

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE POROSIDAD ENTRE EL CEMENTO PORTLAND, MTA Y BIODENTINE CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

COMPARISON OF THE POROSITY CHARACTERISTICS OF PORTLAND CEMENT, MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE AND BIODENTINE BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Luis Manuel Bravo Eslava^{1*} 
luisinho_447@hotmail.com

César Antonio Gallardo Gutiérrez¹ 
cgallardo03@yahoo.es

RESUMEN

Objetivo: El propósito del presente estudio fue evaluar comparativamente las características de porosidad entre el cemento Portland, MTA Angelus[®] y Biodentine Septodont[®], observados con un microscopio electrónico de barrido. **Materiales y métodos:** Se prepararon los cementos según las indicaciones del fabricante y se empaquetaron en tubos cilíndricos de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm. Se analizó la porosidad de las muestras mediante el microscopio electrónico de barrido. El análisis estadístico se realizó utilizando la prueba Kruskal-Wallis. El nivel de significancia se estableció en 0,05. **Resultados:** Se observó la descripción de la media de los valores del diámetro de los poros, y el tamaño mayor correspondió al cemento Portland (11,07). Existen diferencias significativas entre las medias del diámetro de los poros con un $p = 0,05$. Se identificó que el MTA Angelus[®] tiene la mayor cantidad de poros, le sigue el Biodentine Septodont[®] y, por último, el Portland. Se comparó la cantidad de poros entre los tres cementos y no se encontraron diferencias significativas, con un $p = 0,09$. **Conclusión:** Los análisis realizados en los cementos endodónticos dieron como resultado que el cemento Portland tiene mayor diámetro de poro a diferencia de los otros dos, lo cual implica que tanto el Biodentine Septodont[®] como el MTA Angelus[®] tienen mejores propiedades de resistencia y permeabilidad para evitar la microfiltración, y por tanto son mejores para la solución de casos clínicos.

Palabras claves: agregado de trióxido mineral, Biodentine, cemento Portland, microscopio electrónico de barrido

Artículo recibido: 22/09/2020
Arbitrado por pares
Artículo aceptado: 02/02/2021
Artículo publicado: 12/03/2021

* Autor correspondiente:
Luis Manuel Bravo Eslava
Email: luisinho_447@hotmail.com

Citar como: Bravo L, Gallardo C. Evaluación comparativa de las características de porosidad entre el cemento Portland, MTA y Biodentine con microscopio electrónico de barrido. Rev Cient Odontol (Lima). 2021; 9 (1): e043.
DOI: 10.21142/2523-2754-0901-2021-043

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to compare the porosity characteristics of Portland cement, mineral trioxide aggregate (MTA) Angelus[®] and Biodentine Septodont[®] by scanning electron microscopy. **Materials and Methods:** Cements were prepared according to the manufacturer's instructions and packed in cylindrical polyethylene tubes with an internal diameter of 10 mm and a height of 5 mm. The porosity of the samples was analyzed using scanning electron microscopy. Statistical analyses were performed using the Kruskal Wallis test. The level of significance was established at 0.05. **Results:** The largest size mean diameter value was found with Portland cement (11.07). There were significant differences between the mean pore diameters ($p = 0.05$). MTA Angelus[®] had the largest number of pores, followed by Biodentine Septodont[®], and finally, Portland. There were no significant differences in the pores of the three cements ($p = 0.09$). **Conclusion:** The results of this comparative analysis of endodontic cements showed that Portland cement has a larger pore diameter than MTA Angelus[®] and Biodentine Septodont[®], demonstrating that these latter two cements present better resistance and permeability properties, and thereby prevent microleakage.

Keywords: Mineral Trioxide Aggregate; Biodentine; Portland cement; Scanning electron microscope.

¹ División de Cariología y Endodoncia de la Carrera de Odontología, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

INTRODUCCIÓN

Los materiales odontológicos han mejorado a través de los años gracias al avance de la tecnología, lo que les ha proporcionado excelentes propiedades físicas, químicas y biológicas ⁽¹⁾. El material de reparación endodóntico debe tener radiopacidad, ser biocompatible, antibacteriano, poseer estabilidad dimensional, de fácil manipulación, osteoinductor y de sellado hermético ⁽²⁾. El cemento Portland se compone de 4 óxidos principales: cal (CaO), sílice (SiO₂), alúmina (Al₂O₃) y óxido férrico (Fe₂O₃). La cal se obtiene por disgregación de la piedra caliza (CaCO₃) y los otros componentes se producen a partir de esquisto (arsénico y plomo), por lo que no es aprobado para uso clínico ⁽³⁾.

Los radiopacificadores alternativos (sulfato de bario, óxido de zirconio, yodoformo, polvo de oro, dióxido de titanio, óxido de plomo, subnitrito de calcio, tungsteno de calcio, carbonato de bismuto y subnitrito de bismuto) se propusieron para superar las desventajas del bismuto como la genotoxicidad, la cual interfiere negativamente en la porosidad y la resistencia a la compresión ⁽⁴⁾.

El mineral trióxido agregado (MTA) es un material bioactivo hecho con silicato de calcio. Está compuesto en un 75% de cemento Portland, un 20% de óxido de bismuto, un 5% de yeso y cantidades mínimas de sulfato de sodio (Na₂SO₄), sulfato de potasio (K₂SO₄), óxido de silicio (SiO₂), óxido de magnesio (MgO) y óxido de calcio (CaO). Su emplea clínicamente para la obturación retrógrada, la apicoformación, la apexificación, el recubrimiento pulpar, la revascularización y reparación de perforaciones a nivel de la porción radicular del diente, pero tiene como desventajas el extenso tiempo de fraguado, la consistencia de la mezcla y la decoloración de los dientes ⁽⁵⁻¹⁰⁾.

Biodentine es un nuevo material biocompatible, bioactivo, fabricado con alita (Ca₃SiO₅) de alta pureza, compuesto por una parte sólida que contiene silicato tricálcico (3CaO SiO₂), carbonato de calcio (CaCO₃) y óxido de zirconio (ZrO₂), y una parte líquida que contiene cloruro de calcio (CaCl₂) y un agente reductor de agua.

Puede estimular la regeneración de la dentina mediante la inducción de odontoblastos y la diferenciación de las células progenitoras de la pulpa. Sus características de fraguado y comportamiento mecánico lo hacen apropiado como un sustituto de la dentina ^(11,12).

La porosidad es una medida de los espacios vacíos en una sustancia. Puede aumentar la permeabilidad del material fraguado y tener un impacto en muchos otros factores, como la absorción, la permeabilidad, la resistencia y la densidad. Puede actuar como un portal de entrada para microorganismos por microfiltración y está directamente relacionada con el comportamiento de filtración del material de relleno del conducto. La porosimetría es la medición del volumen, el tamaño, la densidad y la porosidad de distribución de un material ⁽¹³⁾.

Saghiri et al. (2017) encontraron que MTA mostró menor porosidad en comparación con Biodentine ⁽¹³⁾. Formosa et al. (2014) hallaron que el MTA plus mezclado con gel antilavado tiene una porosidad inicial más baja que MTA plus mezclado con agua ⁽¹⁴⁾. Guerrero et al. (2018) obtuvieron, por medio de la microtomografía computarizada, que Biodentine tiene una porosidad más baja que ProRoot MTA ⁽¹⁾. Chang (2018) demostró que Biodentine y MTA Angelus tienen menor diámetro de poros ⁽¹⁵⁾.

De esta manera, se ha informado que las investigaciones de las pruebas mecánicas sencillas permiten una correlación de las propiedades mecánicas con el rendimiento clínico, y pueden aconsejar a los odontólogos que los cementos necesitan cuidados especiales o conllevan riesgos particulares durante la mezcla y colocación del material ⁽¹⁶⁾.

La evaluación de las propiedades físicas de Biodentine demostró que la adición de aditivos a los cementos con base en silicato tricálcico influye en las propiedades físicas de los materiales ⁽¹⁷⁾. Por lo tanto, el propósito del presente estudio es evaluar comparativamente las características de porosidad entre el cemento Portland, MTA y Biodentine, mediante un microscopio electrónico de barrido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Científica del Sur (CIEI-Científica), con el número de protocolo: 255-2019-POS8. Este estudio descriptivo transversal, fue realizado en el laboratorio de equipamiento especializado de la Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM en el período de agosto del 2019.

La muestra consistió en 5 cilindros de MTA, 5 de Biodentine y 5 de cemento Portland. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula de comparación de medias con el dato de la varianza de la prueba piloto, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, lo que dio como resultado 5 muestras por grupo. Se consideraron cajas de cemento con fecha de expiración dentro del tiempo permisible y se excluyeron aquellos empaques adulterados y los cementos previamente utilizados.

Se empleó el cemento Portland Cemento Sol® (Perú), MTA Angelus® (Brasil) y Biodentine Septodont® (Francia). Los cementos fueron mezclados de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Así, se mezcló en un vaso pírrex 1 g de cemento Portland con 1 ml de agua, utilizando una espátula metálica. La mezcla resultante tuvo una consistencia pastosa y fue empaquetada con un portaamalgama en un tubo cilíndrico de polietileno con

un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm, para dejarlo fraguar por 10 horas.

En el caso del MTA, se mezcló 1 g de este material con una gota de agua destilada en una platina de vidrio utilizando una espátula metálica durante 30 segundos. El resultado mostró una consistencia arenosa y se empaquetó con un portaamalgama en un tubo cilíndrico de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm, para dejarlo fraguar por 15 minutos.

Por su parte, se colocó dentro de la cápsula de Biodentine 5 gotas cloruro de calcio y se mezcló con un amalgamador durante 30 segundos. El resultado mostró una consistencia espesa y se empaquetó con un portaamalgama en un tubo cilíndrico de polietileno con un diámetro interno de 10 mm y una altura de 5 mm, para dejarlo fraguar por 12 minutos (figura 1).

Luego, las muestras se fijaron en cinta de carbono en plataformas de metal denominadas *stub* (figura 2). Se realizó el metalizado por *sputter*, mediante el bañado en oro



Figura 1. Preparación de los cementos.

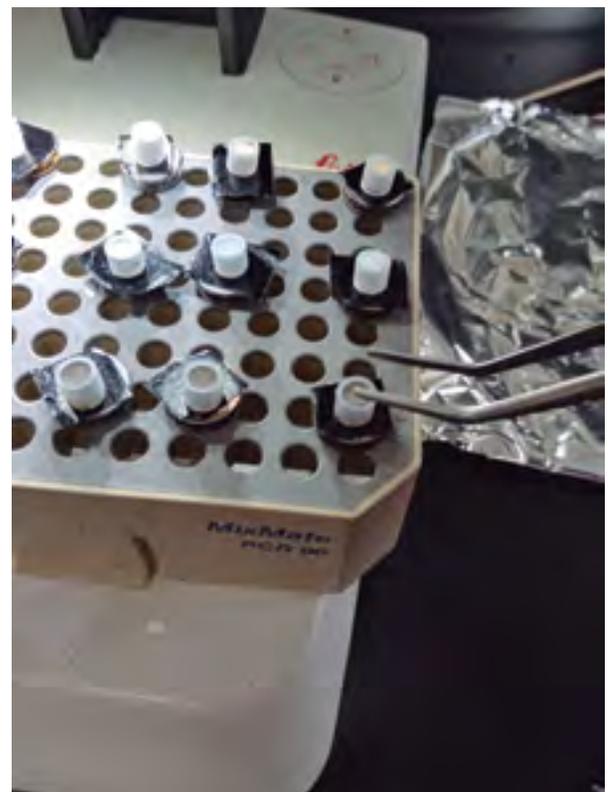


Figura 2. Fijación de las muestras en las plataformas metálicas.



Figura 3. Metalizado de las muestras.

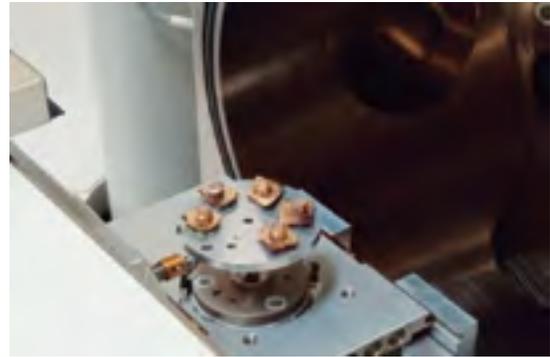


Figura 4. Evaluación de los cementos endodónticos en el microscopio electrónico de barrido.

(1 minuto y 30 segundos a 18 miliamperios) y se evaluó con un microscopio electrónico de barrido marca FEI, modelo Inspect S50 (República Checa) (figura 3).

Para enfocar con el MEB los cilindros de cada cemento, estos se dividieron en cuadrantes y se seleccionó un cuadrante por muestreo aleatorio simple de cada muestra para su análisis. Se tomaron y analizaron las microfotografías a 5000 aumentos (figura 4).

El investigador se capacitó en el manejo del programa Image J para el cálculo del número y el diámetro de poros de cada cuadrante. Se aplicó la prueba estadística de coeficiente de correlación intraclass, y el coeficiente de correlación interobservador fue 0,98 y el de correlación intraobservador fue 1.

El número de poros se calculó utilizando el programa Image J versión 1.52 (Rasband WS, ImageJ; Instituto Nacional de Salud de EE. UU., Bethesda, MD, EE. UU.). Cada figura fue invertida mediante este programa y el brillo se ajustó para seleccionar los orificios de cada figura, que fueron contabilizados por este para calcular el número total de poros.

El diámetro de poros se calculó utilizando el programa Image J y cada poro se midió con una regla virtual que arrojó una medida en μm (figura 5).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de Kruskal-Wallis, mediante el programa estadístico SPSS versión 25.0, del año 2017.

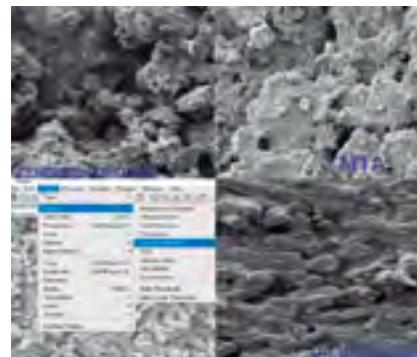


Figura 5. Microfotografías a 5000 X aumentos de cada muestra ingresadas y analizadas en el programa Image J.

Para ello se empleó la estadística descriptiva y se obtuvo media, desviación estándar, valor menor y valor mayor de la variable, así como número y diámetro de poros.

Se utilizó estadística inferencial mediante la prueba de Kruskal-Wallis con una significancia 0,05 para comparar el número y el diámetro de poros de los cementos Portland, MTA y Biodentine.

RESULTADOS

En la tabla 1 se puede observar la descripción de la media de los valores del diámetro de los poros, y se observa el mayor tamaño en el cemento Portland ($11,07 \mu\text{m}$), seguido por el Biodentine ($9,21 \mu\text{m}$) y, por último, el MTA ($8,41 \mu\text{m}$). En la tabla 2 se puede ver que existen diferencias significativas entre las medias del diámetro de los poros con un $p = 0,03$. En la tabla 3 se identifica que el MTA tiene la mayor cantidad de poros ($2925,20 \mu\text{m}^2$), seguido por el Biodentine ($2062,00 \mu\text{m}^2$).

y el cemento Portland (1139,60 μm^2). En la tabla 4, al comparar la cantidad de poros entre los tres cementos, no se encuentra diferencias significativas con un $p = 0,09$.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó materiales de tipo biocerámicos, que han demostrado mejores propiedades tanto biológicas como mecánicas al ser utilizados en contacto directo con tejidos periapicales.

Para este estudio, se utilizó el programa Image J que sirve para muchos tipos de mediciones. Esta herramienta se utiliza en el área de histología para las mediciones de células.

Los resultados obtenidos muestran, en la descripción de la media de los valores del diámetro de los poros, un mayor tamaño en el cemento Portland (11,07 μm), seguido por Biodentine (9,21 μm) y MTA (8,41 μm). En las medias del diámetro de los poros, sí existe una diferencia estadísticamente significativa con un $p = 0,03$. En cuanto a la descripción de la media de los valores del número de los poros, el MTA tiene la mayor cantidad de poros (2925,20 μm^2), seguido por Biodentine (2062,00 μm^2) y Portland (1139,60 μm^2). Al comparar las medias del número de poros entre los tres cementos, no existe diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,09$).

Tabla 1. Descripción de los valores del diámetro en micras de los poros de los cementos MTA, Portland y Biodentine

Valores	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Biodentine	9,21	4,88	2,92	28,02
MTA	8,41	6,06	2,17	27,83
Portland	11,07	11,51	2,92	92,64

Tabla 2. Evaluación comparativa de las características de porosidad del diámetro de los poros de los cementos

Cementos	Media	P
Biodentine	9,21	0,03
MTA	8,41	
Portland	11,07	

Prueba Kruskal-Wallis

En el presente estudio, los resultados son similares a los obtenidos por Guerrero et al. (2018), pues ambos estudios dan como resultado un mayor número de poros en el MTA (4).

La porosidad de MTA es mayor que la de Biodentine. Estos valores difieren de los encontrados por Saghiri et al.(2017), quienes hallaron que el MTA mostró una menor porosidad de la superficie en comparación con Biodentine. Posiblemente, esta diferencia se debe a que en su metodología sumergieron los tubos en agua destilada y fluido sintético de tejido (13).

En el estudio también se obtuvo que el cemento Portland tiene un mayor diámetro de poros, lo que coincide con los resultados obtenidos por Antonijevic et al. (2014). No obstante, sus resultados incluyeron diferentes cantidades de radiopacificadores en el cemento Portland (4).

La investigación efectuada por Chang (2018) encontró que el cemento Portland tiene mayor diámetro de poros que Biodentine y MTA, lo que coincide con nuestros resultados (15).

Las características de porosidad se evaluaron de acuerdo con el número y el diámetro de los poros. El cemento Portland presentó los poros con mayor diámetro, mientras que el MTA y Biodentine presentaron mayor cantidad de poros, pero de menor calibre.

Tabla 3. Descripción de los valores del número de poros en micras cuadradas de los cementos Biodentine, Portland y MTA

Valores	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Biodentine	2062,00	1550,10	739,00	4593,00
MTA	2925,20	1670,43	1121,00	4794,00
Portland	1139,60	833,78	526,00	2586,00

Tabla 4. Evaluación comparativa de las características de porosidad del número de poros de los cementos Biodentine, MTA y Portland

Cementos	Media	P
Biodentine	2062,00	0,09
MTA	2925,20	
Portland	1139,60	

Prueba Kruskal-Wallis

Los poros de menor diámetro proporcionan a los cementos endodónticos una mejor resistencia mecánica y permeabilidad para evitar la microfiltración de bacterias y sus toxinas en la dentina (4).

Asimismo, en la investigación se empleó el microscopio electrónico de barrido para medir la porosidad en diferentes cementos endodónticos, aunque sería conveniente emplear otro tipo de equipo, por ejemplo, el porosímetro, que nos puede dar otro panorama sobre la porosidad.

La importancia de este estudio radica en dar a conocer las características de la porosidad de los cementos endodónticos, lo que puede orientar al clínico para una mejor selección del material, por su resistencia mecánica y permeabilidad, en el tratamiento de los diferentes casos clínicos, como perforaciones radiculares, recubrimientos pulpaes, cirugías apicales y reabsorciones internas y externas.

CONCLUSIONES

Se concluye que el cemento Portland, al presentar un mayor diámetro de poros, podría ser menos resistente a la compresión, a diferencia de los cementos Biodentine y MTA. En cuanto al número de poros, no se halló una diferencia significativa entre los cementos Portland, Biodentine y MTA.

Contribución del autor: Luis Manuel Bravo Eslava y César Antonio Gallardo Gutiérrez han participado en la concepción, la recolección de datos, la redacción y la aprobación de la versión final del artículo.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado.

Potenciales conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerrero F, Berástegui E. Porosity analysis of MTA and Biodentine cements for use in endodontics by using micro-computed tomography. *J Clin Exp Dent*. 2018; 10 (3): e237-40. DOI: 10.4317/jced.54688
2. Henrique A, Aguirre O, Ricci L, Siebert G, Meireles A, Zina O, et al. Physicochemical properties of MTA and Portland cement after addition of aloe vera. *Iran Endod J*. 2017; 12 (3): 312-7. DOI: 10.22037/iej.v12i3.10635
3. Hwang Y, Kim D, Hwang I, Song S, Park Y, Koh J, et al. Chemical constitution, physical properties, and biocompatibility of experimentally manufactured Portland cement. *J Endod*. 2011; 37 (3): 58-62. DOI: 10.1016/j.joen.2010.09.004
4. Antonijevic D, Medigovic I, Zrilic M, Jokic B, Vukovic Z, Todorovic L. The influence of different radiopacifying agents on the radiopacity, compressive strength, setting time, and porosity of Portland cement. *Clin Oral Investig*. 2014; 18 (6): 1597-604. DOI: 10.1007/s00784-013-1130-0
5. Chang S, Bae W, Yi J, Lee S, Lee D, Kum K, et al. Odontoblastic differentiation, inflammatory response, and angiogenic potential of 4 calcium silicate-based cements: Micromega MTA, ProRoot MTA, RetroMTA, and experimental calcium silicate cement. *J Endod*. 2015; 41 (9): 154-9. DOI: 10.1016/j.joen.2015.04.018
6. Corbella S, Ferrara G, El Kabbany A, Taschieri S. Apexification, apexogenesis and regenerative endodontic procedure: a review of the literature. *Minerva Stomatol*. 2014; 63 (11): 375-89. DOI: 25503339
7. Chung C, Kim E, Song M, Park J, Shin S. Effects of two fast-setting calcium-silicate cements on cell viability and angiogenic factor release in human pulp-derived cells. *Odontology*. 2016; 104 (2): 143-51. DOI: 10.1007/s10266-015-0194-5
8. Ramos J, Palma P, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A, et al. 1-year in vitro evaluation of tooth discoloration induced by 2 calcium silicate-based cements. *J Endod*. 2016; 42 (9): 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.012>
9. Cianconi L, Palopoli P, Campanella V, Mancini M. Composition and microstructure of MTA and Aureoseal Plus: XRF, EDS, XRD and FESEM evaluation. *Eur J Paediatr Dent*. 2016; 17 (4): 281-5. DOI: 28045315
10. Saghiri M, Asgar K, Lotfi M, Karamifar K, Neelakantan P, Ricci J. Application of mercury intrusion porosimetry for studying the porosity of mineral trioxide aggregate at two different Ph. *Acta Odontol Scand*. 2012; 70 (1): 78-82. DOI: 10.3109/00016357.2011.597777
11. Raskin A, Eschrich G, Dejous J, About I. In vitro microleakage of Biodentine as a dentin substitute compared to Fuji II LC in cervical lining restorations. *J Adhes Dent*. 2012; 14 (6): 535-42. DOI: 10.3290/j.jad.a25690
12. Dammaschke T. A new bioactive cement for direct pulp capping. *Int Dent J*. 2012; 2 (2) 1-6.
13. Saghiri M, Shabani A, Asatourian A, Sheibani N. Storage medium affects the surface porosity of dental cements. *J Clin Diagn Res*. 2017; 11 (8): 116-9 DOI: 10.7860/JCDR/2017/28657.10517
14. Formosa L, Damidot D, Camilleri J. Mercury intrusion porosimetry and assessment of cement-dentin interface of anti-washout-type mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2014; 40 (7): 958-63. DOI: 10.1016/j.joen.2013.11.015
15. Chang S. Chemical composition and porosity characteristics of various calcium silicate-based endodontic cements. *Bioinorg Chem Appl*. 2018; 11 (12): 1-6. DOI: 10.1155/2018/2784632
16. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dent Mater*. 2013; 29 (8): 20-8. DOI: 10.1016/j.dental.2012.11.007
17. Cedrés C, Giani A, Laborde J. Una nueva alternativa biocompatible: BIODENTINE. *Actas odontol*. 2014; 11 (1): 11-16.